



Studi Keberadaan Cemarkan Formalin dan Timbal (Pb) pada Tahu yang Dijual Pedagang Gorengan Tahu Petis di Sekitar Kampus Universitas Diponegoro

Dian Dwi Restiani*, Dwi Sutiningsih*, Retno Hestiningsih*

*Bagian Epidemiologi dan Penyakit Tropik Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro

ABSTRACT

Background: Tahu Petis is one of the street foods that are prone to formaldehyde and Pb contamination from vehicle emissions. Minister of Health Regulation No. 33 of 2012 prohibits formaldehyde as a food additive and the National Agency for Drug and Food Control regulates the maximum limit of lead contamination in food which is 0.2 mg/kg. Formalin and lead are dangerous for the human body because they can cause cancer and decrease intelligence.

Methods: This research used an analytic survey method with a cross-sectional approach. Data collected through interviews, observations, and laboratory examinations. The number of samples in this study was 30 fried tofu from 30 traders. Qualitative analysis on the existence of formalin in tahu petis and quantitative analysis on the existence of formalin and lead in tahu petis was obtained by laboratory examinations.

Result: The results showed that 46.7% of samples were positive formalin with a range of 2.25-13.25 ppm and 40% of samples were positive Pb with a range of levels of 0.29-11.53 ppm. The knowledge factor ($p=0.153$), tofu processing ($p=0.157$), and tofu storage ($p=0.464$) did not have a significant relationship with the presence of formalin in the sample. Knowledge factor about Pb ($p=0.049$) showed a significant relationship with the presence of Pb in the sample, while the use of cooking oil ($p=0.266$), distance of exposure ($p=0.547$), length of exposure ($p=0.660$), and presentation of Tahu Petis ($p=1$) did not show a significant relationship.

Conclusion: Based on these results, it is recommended that there be periodic examinations guidance, and supervision of formaldehyde and Pb contamination in food.

Keywords: Tahu petis; formaldehyde; lead (Pb); fried food traders

* Penulis korespondensi, dwisuti98@gmail.com

Pendahuluan

Makanan jajanan yang dijual oleh pedagang kaki lima (*street food*) cenderung mengabaikan faktor keamanan pangan. Produk makanan jajanan kaki lima sering mengandung bahan kimia berbahaya atau penggunaan bahan tambahan pangan (BTP) ilegal seperti boraks, formalin, *Rhodamin B*, *Methanyl Yellow*. Selain itu, makanan tersebut juga dapat tercemar zat kontaminan lain salah satunya unsur logam berat.¹ Salah satu makanan jajanan (*street food*) pinggir jalan yang banyak diminati adalah gorengan. Berdasarkan Survei Sosial Ekonomi Nasional tahun 2016 diketahui bahwa hampir sebagian orang Indonesia (49%) memilih makanan gorengan. Sedangkan Jawa Tengah menempati posisi ke 4 sebagai provinsi terbanyak konsumsi gorengan.^{2,3} Konsumsi makanan gorengan juga mengalami pertumbuhan pertumbuhan konsumsi kapita/minggu 15.083% dari tahun 2014 sampai 2018.⁴ Kota Semarang sebagai Ibu Kota Jawa tengah dan salah satu kota dengan jumlah penduduk terbanyak ke 2 di Jawa Tengah,⁵ hal ini dapat mempengaruhi peningkatan pola konsumsi makanan gorengan.

Pedagang gorengan di Kota Semarang biasanya menjajakan pisang goreng, tempe goreng, molen, ketela goreng, bakwan, tahu isi dan tahu petis. Tahu petis merupakan salah satu jajanan khas kota Semarang yaitu tahu goreng yang dimakan dengan petis.⁶ Dari beberapa jenis makanan gorengan yang dijual oleh pedagang gorengan pinggir jalan di Kota Semarang, makanan berjenis tahu memiliki kerawanan keamanan pangan penggunaan BTP (Bahan Tambahan Pangan) *illegal* formalin. Formalin sering disalahgunakan sebagai pengawet pada tahu, mie basah, dan ikan asin.⁷ Penelitian Wahyono menyatakan 65% sampel tahu yang diambil dari dua pasar di Kota Semarang mengandung formalin.⁸ Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 033 Tahun 2012 tentang Bahan Tambahan Pangan, formalin adalah

salah satu bahan tambahan pangan yang dilarang penggunaannya.⁹

Formalin merupakan antiseptik terutama digunakan untuk mengawetkan mayat dan spesimen biologi lainnya. Formalin berbahaya bagi kesehatan, apabila tertelan pada dosis rendah, dapat menyebabkan sakit perut akut disertai muntah-muntah, timbulnya depresi susunan syaraf serta kegagalan peredaran darah. Apabila pada dosis tinggi dapat menyebabkan kejang-kejang, kencing darah, tidak bisa kencing hingga kematian. Sedangkan dampak kroniknya jika dikonsumsi dalam jumlah kecil dapat terakumulasi dalam jaringan sehingga menyebabkan gangguan beberapa organ dan pada manusia diduga bersifat karsinogen.¹¹ Menurut IPCS (*International Programmer on Chemical Safety*), jumlah formalin yang dapat diterima oleh tubuh melalui makanan pada orang dewasa adalah 1,5 mg – 14 mg per hari.¹²

Selain kemungkinan penggunaan formalin, pedagang gorengan di Kota Semarang biasanya berjualan di dekat pusat keramaian masyarakat dan dipinggir jalan. Menurut Ihsan, dkk, posisi berdagang di tepi jalan raya memungkinkan penyerapan logam berat dari asap kendaraan bermotor, seperti timbal (Pb).¹³ Hasil pembakaran ini, berasal dari senyawa *tertrametil-Pb* dan *tetraetil-Pb* yang ditambahkan dalam bahan bakar kendaraan bermotor dan berfungsi sebagai anti ketuk (*anti-knock*) pada mesin-mesin kendaraan. Senyawa ini dapat larut dalam minyak dan air.¹⁴ Timbal (Pb) masuk ke dalam tubuh melalui konsumsi makanan, minuman, air, udara, serta debu tercemar timbal (Pb). Kontaminasi timbal (Pb) dalam makanan dengan konsentrasi yang melebihi batas aman yang telah ditentukan dapat menimbulkan efek buruk terhadap kesehatan. Timbal akan mempengaruhi fungsi dari sistem hematopoetik, neurologis, endokrin, ginjal, gastrointestinal, *xhematologi*, dan reproduksi. Absorpsi timbal di dalam tubuh sangat lambat, sehingga terjadi akumulasi dan menjadi dasar keracunan yang

progresif. Pemaparan yang tinggi juga dapat menyebabkan kerusakan otak yang parah atau kematian.¹⁵

Batas maksimum cemaran timbal dalam makanan olahan yang telah ditetapkan oleh Badan Pengawasan Obat dan Makanan Nomor 5 Tahun 2018 tentang batas maksimum cemaran logam dalam pangan olahan kacang kedelai yaitu 0,2 mg/kg.¹⁶ Salah satu makanan yang dapat tercemar logam timbal (Pb) adalah gorengan yang dijual pedagang gorengan. Penelitian Ihsan, dkk pada jajanan gorengan di area sekolah Kota Padang, menunjukkan rata-rata kandungan timbal (Pb) dari makanan gorengan jalanan pada jalan arteri primer berkisar antara 0,249-0,288 ppm dan di jalan lokal sekunder berkisar antara 0,155-0,218 ppm.¹³ Kemudian dalam penelitian Tuloly pada jajanan gorengan di lingkungan *workshop* Universitas Hasanudin Makassar, diketahui bahwa sampel pisang goreng mengandung timbal berkisar antara 0,65 ppm – 3,86 ppm. Sedangkan untuk tahu isi kandungan timbalnya berkisar antara 0,93 ppm - 3,68 ppm.¹⁷

Dari penelitian-penelitian tersebut dapat disimpulkan jenis makanan tahu pada pedagang gorengan dipinggir jalan belum dapat sepenuhnya terjamin keamanan pangannya dari segi cemaran formalin dan timbal. Salah satu wilayah di Kota Semarang yang ramai pedagang gorengan tahu petis yaitu berada di sekitar kampus Universitas Diponegoro Tembalang. Penduduk di sekitar kampus terus meningkat seiring dengan perkembangan kampus, hal ini dapat mempengaruhi meningkatnya pola konsumsi gorengan dan kepadatan kendaraan bermotor di wilayah ini. Mengingat belum adanya penelitian tentang studi keberadaan cemaran formalin dan timbal (Pb) pada tahu yang dijual pedagang gorengan tahu petis di sekitar Kampus Universitas Diponegoro Tembalang, Kota Semarang, maka hal ini menarik untuk dilakukan penelitian.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode survei analitik dengan pendekatan *cross sectional*. Populasi dalam penelitian ini adalah semua pedagang gorengan yang menjual tahu petis, menetap dipinggir jalan dengan menggunakan gerobak dan berada di sekitar kampus Universitas Diponegoro Tembalang, Kota Semarang (dengan jangkauan 4 km dari titik pusat wilayah kampus). Pada penelitian ini semua populasi dijadikan subjek/ obyek penelitian. Maka sampel pada penelitian ini terdiri dari populasi penelitian yang berjumlah 30 sampel tahu goreng dari 30 pedagang gorengan tahu petis.

Data primer untuk variabel keberadaan formalin dan timbal (Pb) pada tahu petis yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium. Sedangkan data primer untuk variabel pengetahuan, penyimpanan tahu, pengolahan tahu, asal tahu, penggunaan minyak, penyajian tahu, lama pajakan, dan jarak pajakan diperoleh melalui observasi dan wawancara kepada pedagang gorengan yang menjual tahu petis.

Hasil pemeriksaan laboratorium diperoleh analisis kualitatif keberadaan formalin pada tahu petis, dan analisis kuantitatif formalin dan timbal pada tahu petis. Pemeriksaan kualitatif formalin menggunakan larutan KMNO_4 dan pemeriksaan kuantitatif formalin menggunakan metode spektrofotometri uv-vis dengan tipe alat Spectroquant Pharo 3000 (Larutan Asam Sulfat dan Asam Kromatofat). Sedangkan pada pemeriksaan kuantitatif timbal (Pb) seluruh sampel diuji kadarnya menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Adapun untuk uji kuantitatif formalin dilakukan ketika sampel dinyatakan positif pada uji kualitatif.

Pengujian laboratorium untuk kualitatif formalin dilakukan di Laboratorium Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro, Kemudian untuk uji kuantitatif formalin, dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro,

Sedangkan untuk uji timbal (Pb) dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis univariat dengan tabel distribusi frekuensi dan analisis bivariate menggunakan uji *Chi-Square* dan uji *Fisher Exact* dengan penyajian tabel silang.

Hasil

A. Analisis Univariat

1. Hasil Analisis Kualitatif Keberadaan Cemaran Formalin dan Timbal (Pb)

Tabel 1. Hasil Analisis Kualitatif Keberadaan Cemaran Formalin dan Timbal (Pb)

Variabel	f	%
Formalin		
Positif	14	46.7
Negatif	16	53.3
Timbal (Pb)		
Positif	12	40.0
Negatif	18	60.0

Tabel 1. menunjukkan bahwa berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium diketahui jika hampir

separuh (46%) sampel atau tahu goreng yang diuji, mengandung formalin. Sedangkan hasil uji timbal (Pb) pada sampel tahu goreng menunjukkan 40% positif timbal.

2. Hasil Kuantitatif Laboratorium Keberadaan Cemaran Formalin dan Timbal (Pb)

Tabel 2. Hasil Kuantitatif Cemaran Formalin dan Timbal (Pb)

Variabel	n	Mean	Min	Max	SD
Formalin	14	5.03	2.25	13.25	2.85
Timbal	12	2.5	0.29	11.53	3.22

Tabel 2. menunjukkan bahwa berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium secara kuantitatif diketahui bahwa dari 14 sampel tahu goreng untuk tahu petis yang positif didapatkan rata-rata kadar formalin 5.03 ppm dengan rentang kadar 2.25-13.35 ppm. Sedangkan hasil uji kuantitatif timbal (Pb) diketahui bahwa dari 12 sampel yang positif timbal didapatkan rata-rata kadar pada sampel sebanyak 2.5 ppm dengan rentang 0.29-11.53 ppm.

B. Analisis Bivariat

Tabel 3. Faktor-Faktor yang Berkaitan dengan Keberadaan Cemaran Formalin

Variabel	Keberadaan Formalin				Total		p-value
	Positif		Negatif		f	%	
	f	%	f	%			
Pengetahuan							
Kurang	8	61.5	5	38.5	13	100	0.153
Baik	6	35.3	11	64.7	17	100	
Penyimpanan Tahu							
Kurang	8	53.3	7	46.7	15	100	0.464
Baik	6	40.0	9	60.0	15	100	
Pengolahan Tahu							
Langsung digoreng	4	80.0	1	20.0	5	100	0.157
Direndam Air	10	40.0	15	60.0	25	100	
Asal Tahu							
Pasar	11	50.0	11	50.0	5	100	-
Pabrik	3	42.1	4	57.1	25	100	
Pedagang Keliling	0	0.00	1	100.0	1	100	

Dari Tabel 3, diketahui bahwa faktor pengetahuan ($p=0.153$), pengolahan tahu ($p=0.157$), dan penyimpanan tahu ($p=0.464$) tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan keberadaan formalin pada sampel, namun hasil distribusi tabel silang menunjukkan adanya keterkaitan. Kemudian untuk variabel asal tahu, sampel positif formalin lebih banyak ditemukan pada sampel yang berasal dari pasar (50%) dibandingkan sampel yang berasal dari pabrik (42.1%) dan pedagang keliling (0%).

Kemudian dari Tabel 4. diketahui bahwa faktor pengetahuan tentang timbal Pb ($p=0.049$) menunjukkan adanya hubungan yang signifikan dengan keberadaan timbal Pb pada sampel,

sedangkan penggunaan minyak goreng ($p=0.266$) menunjukkan tidak adanya hubungan maupun keterkaitan. Sementara faktor jarak pajanan ($p=0.547$), lama pajanan ($p=0.660$), dan penyajian tahu petis tidak menunjukkan hubungan signifikan, namun distribusi tabel silang masih menunjukkan adanya keterkaitan keberadaan Pb pada sampel. Adapun persebaran lokasi pedagang gorengan berdasarkan fungsi jalan diketahui bahwa sampel yang positif Pb atau tidak memenuhi syarat lebih banyak ditemukan pada pedagang yang berjualan di jalan arteri sekunder (50%) dibandingkan dengan pedagang yang berjualan di jalan kolektor sekunder (39.1%) dan lokal primer (33.3%).

Tabel 4. Faktor-Faktor yang Berkaitan dengan Keberadaan Cemaran Timbal (Pb)

Variabel	Keberadaan Timbal (Pb)				Total		<i>p-value</i>
	Tidak Memenuhi		Memenuhi		f	%	
	f	%	f	%			
Pengetahuan							
Kurang	11	52.4	10	47.6	21	100	0.049*
Baik	1	11.1	8	88.9	9	100	
Penggunaan Minyak							
Kurang	6	31.6	13	68.4	19	100	0.266
Baik	6	54.5	5	45.5	11	100	
Penyajian Tahu							
Kurang	9	40.9	13	59.1	22	100	1.0
Baik	3	37.5	5	62.5	8	100	
Lama Pajanan							
2.6 – 7.5 jam	3	50.0	3	50.0	6	100	0.660
0 – 2.5 jam	9	37.5	15	62.5	24	100	
Jarak Pajanan							
Tidak Berjarak (0 m)	8	61.5	5	38.5	13	100	0.547
Berjarak (0.5 – 5 m)	6	35.3	11	64.7	17	100	
Fungsi Jalan							
Arteri Sekunder	2	50.0	2	50.0	4	100	-
Kolektor Sekunder	9	39.1	14	60.9	23	100	
Lokal Primer	1	33.3	2	66.7	3	100	

*hasil signifikan

Pembahasan

Keberadaan Formalin

Berdasarkan hasil penelitian diatas makanan berupa tahu masih sering kali diberi bahan tambahan pangan yang

dilarang yaitu formalin. Tahu yang berasal dari pasar juga masih banyak ditemukan mengandung formalin sehingga perlu perhatian khusus bagi pedagang gorengan tahu petis dan masyarakat dalam memilih tahu di pasar atau produsen. Karena

berdasarkan peraturan pemerintah Indonesia, formalin adalah salah satu bahan tambahan pangan yang dilarang penggunaannya karena dapat mengakibatkan dampak buruk bagi kesehatan.^{9,10} Sedangkan menurut IPCS (*International Programme on Chemical Safety*), asupan harian formalin pada makanan sulit untuk dievaluasi, tetapi perkiraan kasar berdasar data yang tersedia adalah 1.5-14 mg/hari untuk rata-rata orang dewasa.¹² Berdasarkan kriteria dari IPCS, maka rentang kadar formalin pada sampel positif formalin di penelitian ini (2.25–13.25 ppm) masih aman dikonsumsi.

Formalin dapat terjadi secara alami dan merupakan metabolisme normal pada banyak spesies.¹⁸ Berdasarkan hasil wawancara, beberapa pedagang gorengan tahu petis mengatakan keberadaan formalin pada tahu merupakan hal yang umum untuk saat ini, hanya saja untuk kadarnya biasanya dalam jumlah sedikit. Maka dapat disimpulkan keberadaan formalin pada sampel memiliki kemungkinan besar ditambahkan pada saat pembuatan tahu di produsen atau saat penyimpanan tahu pada pedagang gorengan. Hal ini didukung belum adanya penelitian mengenai kandungan alami pada kedelai, dan hasil uji laboratorium tidak semua memiliki kadar formalin. Tentunya hal ini berlawanan dengan peraturan yang berlaku di Indonesia. Masalah penyalahgunaan formalin di Indonesia sebagai bahan tambahan pangan merebak sejak awal tahun 2006,¹⁹ kurang lebih 13 tahun berlalu dan sampai sekarang masih didapati penggunaan BTP terlarang ini pada makanan. Ada baiknya dari pemerintah Indonesia lebih menindak tegas terkait hukum tentang formalin dan memastikan minimal kadar aman tertelan pada manusia karena masih banyaknya tahu atau makanan berformalin yang berada di pasaran.

Teori Green menyatakan bahwa ada pengaruh antara pengetahuan seseorang dengan perilaku yang dilakukan.²⁰ Meskipun pengetahuan sebagian pedagang sudah baik, namun belum optimal dalam

menjawab karena banyak pedagang yang tidak mengetahui ciri-ciri tahu yang mengandung formalin sehingga tidak tahu apakah tahu yang digunakan mengandung formalin atau tidak. Sehingga diperlukan penambahan pengetahuan pedagang mengenai tahu berformalin sehingga terbentuk perilaku yang mendukung terhadap larangan penggunaan formalin. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi, seluruh pedagang gorengan tahu petis mengaku tidak menambahkan bahan tambahan pangan lain setelah membeli tahu dari pasar, pabrik maupun pedagang keliling. Sebagian besar penyimpanan yang dilakukan pedagang adalah dengan merendamnya dengan air didalam tong, kadang hanya menambahkan air dari produsen. Kebanyakan dari mereka juga mengaku jarang menyimpan lama tahu mentah tersebut karena hanya menyediakan untuk satu hari dan jika tidak habis dijadikan tahu isi. Pada penelitian ini diketahui terdapat 13.3% pedagang yang mengaku tahu yang mereka beli dapat disimpan lebih dari 1 hari disuhu ruang atau lebih dari 15 hari dikulkas. Padahal berdasarkan teori tahu yang memiliki ciri demikian merupakan tahu berformalin.²¹

Berdasar beberapa penelitian kadar formalin pada makanan dapat diturunkan dengan perendaman air biasa, air garam, air leri, penggorengan, direbus, maupun perendaman dengan air hangat atau panas.²² Pedagang gorengan pada penelitian ini memiliki variasi dalam melakukan pengolahan tahu sebelum digoreng dengan melakukan perendaman air biasa atau langsung goreng. Pada penelitian Sukesi, diketahui bahwa perendaman dalam air selama 60 menit mampu merurunkan kadar formalin sampai 61,25%.²³ Kemudian Sutjandro dalam penelitiannya menunjukan bahwa penggorengan akan membuat konsentrasi formaldehida pada tahu mengalami penurunan hingga 88,29%.²⁴ Dari penelitian-penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa tahu goreng yang melalui pengolahan direndam air terlebih dahulu baru kemudian digoreng lebih

banyak yang hasil keberadaan formalinnya berkurang dibandingkan dengan sampel yang langsung digoreng. Sehingga, dibutuhkan tambahan informasi kepada pedagang mengenai penyimpanan dan cara pengolahan yang baik sebelum disajikan menjadi tahu petis.

Keberadaan Timbal

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 2. maka dapat disimpulkan bahwa dari 12 sampel yang terdapat timbal (Pb) semuanya melebihi syarat batas maksimum Badan Pengawasan Obat dan Makanan Nomor 5 Tahun 2018 tentang cemaran logam dalam pangan olahan kacang kedelai yaitu 0,2 mg/kg.¹⁶ Selain itu, jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya maka kadar timbal pada tahu goreng yang dijual pedagang gorengan tahu petis di sekitar kampus Universitas Diponegoro memiliki kadar maksimal yang lebih tinggi. Makanan yang memiliki kadar timbal (Pb) melebihi batas maksimum yang telah ditentukan dapat menimbulkan efek buruk terhadap kesehatan. Pb yang tertinggal dalam tubuh baik melalui udara maupun melalui makanan/minuman, akan berkumpul terutama di dalam skeleton (90-95%). Meskipun jumlah Pb yang diserap oleh tubuh hanya sedikit. Logam ini ternyata menjadi sangat berbahaya. Hal itu disebabkan senyawa-senyawa Pb dapat memberikan efek racun terhadap banyak fungsi organ yang terdapat dalam tubuh.¹⁴

Pada penelitian ini persebaran lokasi responden berada pada fungsi jalan arteri sekunder, kolektor sekunder, dan lokal primer. Berdasarkan hasil penelitian yang terdapat pada tabel 4, diketahui bahwa keberadaan timbal yang tidak memenuhi syarat lebih banyak ditemukan pada sampel tahu goreng yang didapat dari pedagang yang berlokasi di fungsi jalan arteri sekunder (50%). Hal ini dikarenakan jalan arteri sekunder memiliki lalu lintas kendaraan yang lebih tinggi dibandingkan kolektor sekunder dan lokal primer.²⁵ Adapun penelitian yang mendukung hasil penelitian ini adalah penelitian Ihsan dkk, yang

menunjukkan adanya korelasi yang kuat antara kadar timbal yang ada dimakanan gorengan yang terletak di jalan arteri primer ($R=0.714$) dibandingkan jalan lokal sekunder ($R=0.143$).¹³

Proses penggorengan memungkinkan minyak goreng ikut termakan bersama gorengan dan asap kendaraan bermotor dapat menempel pada minyak goreng karena sifat timbal (Pb) yang *lipofilik*. Salah satu faktor keberadaan timbal pada minyak goreng adalah penjual tidak menggunakan penghalang di sekitar penggorengan dan tidak menggunakan minyak goreng standar SNI serta menggunakan minyak goreng secara berulang.²⁶ Berdasarkan hasil wawancara dan observasi diketahui sebanyak 63.3% pedagang memiliki penggunaan minyak goreng yang kurang baik seperti penggunaan minyak curah, pergantian minyak goreng yang jarang dilakukan dan hanya menambahkan minyak saja, serta tidak adanya penghalang wajan yang menutupi wajan penggorengan dari paparan timbal. Namun dari hasil tabel silang menunjukkan bahwa sampel yang mengandung timbal lebih banyak pada pedagang dengan penggunaan minyak yang baik (54.5%), begitu pula dengan hasil uji hubungan yang tidak menunjukkan hubungan yang signifikan.

Pada penelitian Rapotan dkk diketahui bahwa kondisi yang mendukung tingginya peningkatan kadar timbal (Pb) pada minyak sebelum dan setelah penggorengan diantaranya lokasi dagang hanya berjarak ± 20 meter dari *traffic light* dan lokasi penjualan gorengan hanya ± 1 meter dari tepi jalan raya.²⁶ Pada penelitian ini diketahui tidak ada hubungan yang signifikan antara jarak lokasi dagang ke jalan dengan keberadaan timbal pada sampel. Namun hasil tabel silang menunjukkan adanya keterkaitan, yaitu keberadaan timbal yang tidak memenuhi syarat lebih banyak ditemukan pada responden atau pedagang tahu petis dengan jarak pedagang tahu petis 0 m dari tepi jalan raya atau tidak berjarak sebanyak 61.5% dibandingkan dengan yang berjarak (0.5-5

m) sebanyak 35.5%. Sehingga terdapat kemungkinan semakin dekat jarak lokasi pedagang ke jalan raya maka semakin besar kemungkinan terdapat kadar pada makanan gorengan.

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4. diketahui bahwa keberadaan timbal yang tidak memenuhi batas maksimum cemaran timbal lebih banyak terdapat pada sampel tahu goreng yang terpapar selama 2.6 – 7.5 jam (50%) dibandingkan sampel yang terpapar selama 0 – 2.5 jam (37.5%). Namun hasil uji hubungan menunjukkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara penyajian tahu petis dengan keberadaan timbal. Hasil tabel silang pada penelitian ini menunjukkan hal yang senada dengan Marbun mengenai analisis kadar timbal (Pb) pada makanan jajanan berdasarkan lama waktu pajanan yang dijual di pinggir jalan Pasar I Padang Bulan Medan Tahun 2009 yang menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar timbal (Pb) pada makanan jajanan berdasarkan lama waktu pajanan yang dijual di pinggir jalan Pasar I Padang Bulan Medan. Rata-rata kadar timbal (Pb) sesaat setelah diangkat dari kualifikasi penggorengan yaitu 0.4287 ppm, tiga jam terpajan 0.8398 ppm dan enam jam terpajan 1.1197 ppm.²⁷ Maka dapat disimpulkan bahwa dapat terjadi peningkatan kadar timbal dalam makanan gorengan berbanding lurus dengan lama waktu pajananya meskipun peningkatannya tidak signifikan.

Marbun dkk, dalam penelitiannya mengemukakan bahwa salah satu penyebab peningkatan kadar timbal (Pb) pada makanan jajanan tersebut adalah makanan yang dijual dalam keadaan terbuka atau tanpa penutup.²⁷ Pada Penelitian Abdul dkk, juga menyatakan makanan gorengan yang dibungkus rapat dan dijual ditempat yang tidak banyak dilewati kendaraan bermotor, akan lebih aman dikonsumsi. Salah satu cara mencegah pencemaran kadar timbal (Pb) dalam makanan yang disajikan pada kawasan *traffic light* adalah menggunakan penutup. Penutup melindungi makanan dari asap kendaraan

bermotor.²⁸ Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4. dapat diketahui bahwa keberadaan timbal yang tidak memenuhi syarat hampir memiliki presentase yang sama, yaitu 40.9% pada penyajian tahu petis yang kurang baik dan 37.5% penyajian tahu petis yang baik. Dengan hasil uji hubungan yang tidak signifikan antara penyajian tahu petis dengan keberadaan timbal.

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4, hanya 30% pedagang yang mengetahui tentang timbal (Pb) dan risiko berjualan di pinggir jalan, namun masih memilih lokasi tersebut dengan alasan agar mudah dilihat orang. Sehingga diperlukan penambahan pengetahuan pedagang mengenai timbal, lokasi berjualan, serta penyajian dagangan jualan yang baik, sehingga bisa menjaga kualitas makanan gorengan yang dijual agar tidak ada cemaran timbal (Pb) yang melebihi batas maksimum.

Kesimpulan

Faktor yang memiliki keterkaitan dengan keberadaan formalin pada tahu goreng yang dijual pedagang gorengan tahu petis di sekitar kampus Universitas Diponegoro Tembalang, Semarang, antara lain faktor pengetahuan, penyimpanan tahu dan pengolahan tahu. Sedangkan faktor yang berhubungan dengan keberadaan timbal pada tahu goreng yang dijual pedagang gorengan tahu petis adalah faktor pengetahuan. Adapun faktor lain yang berkaitan yaitu jarak pajanan, lama pajanan, dan penyajian tahu petis.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada responden pedagang gorengan dan civitas akademika Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro serta pihak lain yang telah membantu dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

1. Cahyadi, Wisnu, Tantan Wdiantara dan IDA. 2017. Kajian Dan Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) dalam Pangan Jajanan Anak Sekolah di Kota Cimahi. J Univ Pas [Internet]. Available from: repository.unpas.ac.id
2. Badan Pusat Statistik. Indonesia-. 2016. Survei Sosial Ekonomi Nasional 2016 Maret (Modul) [Internet]. p. 1–112. Available from: <http://microdata.bps.go.id/mikrodata/index.php>
3. Antyo, R., 2017. Survei: orang Jabar dan Banten Suka Gorengan. Berita Tagar [Internet]. 2017; Available from: <https://beritagar.id/artikel/infografik/survei-orang-jabar-dan-banten-suka-gorengan>
4. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2018. Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2018 [Internet]. Portal Epub; p. 124. Available from: http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/StatistikPertanian/2018/Konsumsi/Statistik_Konsumsi_Pangan_Tahun_2018/files/assets/basic-html/page124.html
5. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. 2014. Jumlah Penduduk Menurut Kabupaten/Kota dan Kelompok Umur Provinsi Jawa Tengah, 2014- 2018 [Internet]. [cited 2019 Jun 27]. Available from: <https://jateng.bps.go.id/dynamictable/2019/01/29/88/jumlah-penduduk-menurut-kabupaten-kota-dan-kelompok-umur-provinsi-jawa-tengah-2014-2018.html>
6. Katalog Kuliner. 2016. Resep Membuat Tahu Petis Khas Kota Semarang [Internet]. Katalog Kuliner. Available from: <http://katalogkuliner.com/2016/03/resep-membuat-tahu-petis-khas-kota-semarang.html>
7. Cipta Pangan. 2006. Formalin Bukan Formalitas. Divisi Agro Feed Business Charoen Pokphand Indonesia. p.1–8.
8. Wahyono BS, Hersoelistyorini W, Suyanto A. 2016. Identifikasi Penggunaan Formalin pada Tahu Putih di Pasar Kedungmundu dan Randusari Semarang. Progr Stud Teknol Fak Ilmu Keperawatan dan Kesehat Univ Muhammadiyah Semarang.
9. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2012 Tentang Pangan. Indonesia; 2012.
10. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 033 Tahun 2012 Tentang Bahan Tambahan Pangan. Indonesia; 2012.
11. Yuliani S. 2007. Formalin dan Masalahnya. War Penelit dan Pengemb Pertan. 29(5):7–9.
12. IPCS. 1989. Environmental Health Criteria 89: Formaldehyde [Internet]. inchem.org. Available from: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc89.htm>
13. Ihsan T, Edwin T, Fitriani E., 2018. Lead (Pb) Contamination in Street Vendors Fried Foods in School Area of Padang Municipality, Indonesia. Int J Adv Res., 6(3):341–6.
14. Palar H., 2012. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. 4th ed. Jakarta: Rineka Cipta. p 74–90.
15. Centers for Disease Control and Prevention. 2005. Preventing Lead Poisoning in Young. Atlanta: CDC
16. Peraturan Badan pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No 5 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan Olahan. Badan Pengawas Obat dan Makanan, Indonesia 2018 p. 1689–99.
17. Tuloly Z., 2013. Analisis Kandungan Timbal (Pb) Pada Jajanan Pinggiran Jalan Kecamatan Kota Tengah Kota Gorontalo. Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan dan Keolahragaan, Universitas Negeri Gorontalo.

18. IPCS. Formaldehyde Health And Safety Guide [Internet]. Geneva: WHO; 1991. Available from: <http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg057.htm>
19. Negari IG., Effendi R, Kodri W, Maria I. Penyalahgunaan Formalin. Media Ind. 2006;(21):5–9.
20. Notoadmojo S. Promosi Kesehatan: Teori & Aplikasi. Revisi. Jakarta; 2010.
21. Badan Pengawas Obat dan Makanan. Bahan Pangan Berbahaya Yang Dilarang Untuk Pangan [Internet]. BPOM. 2006 [cited 2019 Jul 10]. Available from: <http://www.pom.go.id/mobile/index.php/view/pers/337>
22. Guiden, K. Chemicals in Food: Two That Aren't As Scary As They Sound [Internet]. International Food Information Council Foundation. 2016. Available from: <https://foodinsight.org/chemicals-in-food-two-that-arent-as-scary-as-they-sound/>
23. Dadang. Cara Baru Kurangi Kadar Formalin [Internet]. ITS News. 2006. Available from: <https://www.its.ac.id/news/2006/03/22/cara-baru-kurangi-kadar-formalin/>
24. Sutjandro, WA., 2007. Pengaruh Penggorengan dan Pemakaian Formalin Terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Sensori Tahu. Universitas Katolik Soegijapranata Semarang
25. Direktorat Jenderal Bina Marga; Direktorat Pembinaan Jalan Kota. Panduan Penentuan Klasifikasi Fungsi Jalan di Wilayah Perkotaan. 1990.
26. Rapotan H, Wirsal H, Naria E. 2012. Analisa Kandungan Timbal (Pb) Pada Minyak Sebelum Dan Sesudah Penggorengan Yang Digunakan Pedagang Gorengan Sekitar Kawasan Traffic Light Kota Medan. Lingkung dan Kesehat Kerja. 1(1):1–8.
27. Marbun NB. 2010. Analisis Kadar Timbal (Pb) pada Makanan Jajanan Berdasarkan Lama Waktu Pajanan yang Dijual di Pinggir Jalan Pasar I Padang Bulan Medan Tahun 2009. Fak Kesehat Masy Univ Sumatera Utara. 10:1–5.
28. Abdul VL, Bernadus J, Kawatu P, Kesehatan F, Universitas M, Ratulangi S. 2014. Sesudah Penggorengan yang Digunakan oleh Pedagang Gorengan di Lingkungan Universitas SAM Ratulangi Manado.